

# Uso de una aplicación móvil para aumentar la motivación del alumnado en formulación y nomenclatura química

J. Santos<sup>a</sup>, E. Grueso<sup>b</sup> y L.A. Trujillo-Cayado<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química. Universidad de Sevilla c/ P. García González, 1, E41012, Sevilla Spain. <sup>b</sup>Departamento de Química Física. Facultad de Química. Universidad de Sevilla c/ P. García González, 1, E41012, Sevilla Spain.

*Use of a mobile application in order to enhance motivation of the students in chemical nomenclature and formulation*

*Ús d'una aplicació mòbil per augmentar la motivació de l'alumnat en formulació i nomenclatura química*

*Recibido: 19 de julio de 2016; aceptado: 26 de julio de 2016*

## SUMMARY

Learning of chemical formulation and nomenclature for university students is becoming less and less stimulating for first-course degree students, which further have marked deficiencies in both the initial level of knowledge and skill sets. As a consequence, this fact leads to motivational and interest problems for the subject, and more specifically, for the seminar classes. An initiative have been proposed which includes the use of a free mobile application (Socrative®) to complete initial and final questionnaires, with the aim to improve the level of participation in the seminar classes of formulation, and to establish the bases for a new evaluation system. This work details the new followed methodology as well as the obtained results. The results show how the use of the application improves the marks in formulation and nomenclature, the class attendance, as well as that increment the student satisfaction for this type of teaching.

**Keywords:** Mobile application; information and communication technologies; methodology; teaching innovation; formulation; nomenclature.

## RESUMEN

El aprendizaje de la formulación y nomenclatura química a nivel universitario resulta cada vez menos estimulante para los estudiantes de primer curso, que además poseen marcadas deficiencias tanto en el nivel inicial de conocimientos como en las destrezas asociadas a dicha materia. Esto hecho trae como consecuencia problemas de motivación y de interés por la asignatura y, más concretamente, por las clases de seminarios. Con el fin de mejorar la participación en clase de seminarios de formulación, y de establecer las bases de un nuevo sistema de evaluación, se ha propuesto una iniciativa que incluye el uso de una aplicación móvil gratuita (Socrative®) para la realización de cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente. Este

trabajo detalla la nueva metodología seguida así como los resultados obtenidos. Los resultados ponen de manifiesto como el uso de la aplicación móvil mejora las calificaciones en las cuestiones de formulación y nomenclatura, la asistencia a clase, así como incrementa el grado de satisfacción de los alumnos por este tipo de docencia.

**Palabras clave:** Aplicación móvil; tecnologías de la información y de la comunicación; metodología; innovación docente; formulación; nomenclatura

## RESUM

L'aprenentatge de la formulació i nomenclatura química a nivell universitari resulta cada vegada menys estimulants per als estudiants de primer curs, que a més posseeixen marcades deficiències tant en el nivell inicial de coneixements com en les destreses associades a aquesta matèria. Aquest fet porta com a conseqüència problemes de motivació i d'interès per l'assignatura i, més concretament, per les classes de seminaris. Per tal de millorar la participació a classe de seminaris de formulació, i d'establir les bases d'un nou sistema d'avaluació, s'ha proposat una iniciativa que inclou l'ús d'una aplicació mòbil gratuïta (Socrative®) per a la realització de qüestionaris inicials i finals a la pràctica docent. Aquest treball detalla la nova metodologia seguida així com els resultats obtinguts. Els resultats posen de manifest com l'ús de l'aplicació mòbil millora les qualificacions en les qüestions de formulació i nomenclatura, l'assistència a classe, així com incrementa el grau de satisfacció dels alumnes per aquest tipus de docència.

**Paraules clau:** Aplicació mòbil; tecnologies de la informació i de la comunicació; metodologia; innovació docent; formulació; nomenclatura.

\*Autor para la correspondencia: \*ltrujiillo@us.es; Tel.: +34 954 557180; fax: +34 954 556447

## INTRODUCCIÓN

La falta de motivación, junto a deficiencias en la enseñanza y otros aspectos socioculturales, es una de las principales causas de la alta reprobación de la Química en carreras ajenas al ámbito de la propia Química (Cardellini, 2010; Frías et al, 2016).

Uno de los principales objetivos del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el aula es no solo mejorar el aprendizaje de los alumnos sino además, intentar buscar una mayor participación de los mismos durante el desarrollo de las clases, así como mejorar su motivación (Carrillo et al, 2007; Molins et al, 2007; Trujillo-Cayado & Carrillo, 2015). El uso de las nuevas tecnologías para la docencia en asignaturas del área de la Química comenzó a implementarse ya en las décadas de los 70 y 80 (Wilkins, 1975; Wieggers & Smith, 1980), y es hoy un área en constante crecimiento en enseñanzas pre-universitarias y universitarias (Evans & Moore, 2011; Pienta, 2013; Pienta 2015). El uso de las TIC se está haciendo cada vez más habitual en la docencia universitaria ya que la interactividad es un requisito importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, este proceso comprende la cooperación y predisposición del alumno a la comunicación con el resto de alumnos y el docente, pudiendo conducir a un mejor y más eficaz aprendizaje (Chou, 2003). La creación de ambientes interactivos en el aula exige un contexto de enseñanza-aprendizaje creativo, abierto y dinámico, disponiendo de múltiples conexiones y permitiendo que el alumno tenga un papel principal y responsable en su propio aprendizaje. Así, se requiere de una plataforma adecuada que las nuevas tecnologías nos pueden aportar en muchas ocasiones. En este sentido, el uso de aplicaciones gratuitas como Socrative by Mastery Connect ([www.socrative.com](http://www.socrative.com)), que pueden usarse en smartphones, tablets u ordenadores, permite realizar ejercicios y cuestionarios de forma rápida y sencilla, consiguiendo además los resultados y correcciones de manera inmediata. Los recursos educativos abiertos y su integración en el movimiento educativo abierto crean una oportunidad para innovar en los procesos formativos, así como facilitar la labor del docente y lo que es más importante en este caso, aumentar significativamente la participación de los alumnos.

En asignaturas del área de la química es fundamental conocer y manejar la nomenclatura y formulación de compuestos químicos, puesto que habilita al estudiante a usar e interpretar el lenguaje propio de esta área. Dadas las claras deficiencias de muchos alumnos universitarios en el manejo de la formulación y nomenclatura química y la escasa motivación de los mismos a la hora de afrontar este temario, se han estudiado e investigado diversas formas de mejorar la asimilación de conceptos y los aspectos motivacionales (Moreira, 2013; Calvo-Pascual, 2014; Flynn et al., 2014). En relación con ello, como apuntaba Huizinga (1987), “La cultura humana ha surgido de la capacidad del hombre para jugar, para adoptar una actitud lúdica”. En este sentido, el empleo de la aplicación “Socrative”, concebida como una actividad lúdica y voluntaria por el alumno, puede servir para mejorar la autoconfianza e incrementar la motivación del alumno. Así, estudiosos del juego apuntan a que este habitualmente ha servido como elemento motivador y recurso didáctico, pero aún su potencial, a nivel pedagógico, no ha sido lo suficientemente

explorado, como espacio de conocimiento y creatividad (Ferrari, 1994).

En este trabajo se presenta la intervención docente realizada en clases de formulación y nomenclatura química consistente en el uso de la aplicación móvil Socrative para mejorar la motivación del alumnado mediante la realización de cuestionarios (pre-test y post-test). Además, se estudió su posible implantación como sistema de evaluación en cursos posteriores. La evaluación de la nueva metodología docente y de las percepciones de los estudiantes se ha llevado a cabo mediante la comparación de las calificaciones y de la asistencia con un grupo de control, así como mediante cuestionarios de opinión realizados a los estudiantes al concluir la asignatura. Por último, se comentan las principales impresiones por parte del profesorado encargado de la misma.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Materiales*

Socrative es una plataforma virtual de acceso abierto y gratuito desarrollada por Berté, West y Duncan (2014) que está disponible en ordenadores y en dispositivos móviles. En dispositivos móviles existen dos aplicaciones, una para profesores y otra para alumnos. La aplicación para profesores permite entre otras funcionalidades desarrollar cuestionarios que, previa habilitación por el profesor, pueden responderse fácilmente empleando la aplicación correspondiente en su teléfono móvil. Para ello es necesario que el alumno introduzca un código en su dispositivo móvil que debe ser facilitado por el profesor ya que es propio de cada cuenta de usuario de este último. Así, el profesor puede seguir en tiempo real la evolución de los resultados de la clase y, una vez la sesión concluye, recibe en su propia aplicación los resultados de todos los alumnos de forma individual, así como un resumen de los resultados de todo el grupo.

## MÉTODOS

### *Participantes*

Este estudio se ha llevado a cabo en la asignatura “Química General”, de primer curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto de la Universidad de Sevilla, que cuenta con una carga lectiva de 60 horas por alumno. De estas, 10 horas se corresponden con seminarios de Formulación y Nomenclatura Química. Un total de 168 alumnos ( $N_T = 168$ ) realizan 5 sesiones de 2 horas, dividiéndose en 9 grupos de entre 16 y 20 alumnos, de manera que se ha utilizado la nueva metodología en seis de ellos (grupo S;  $N_S = 110$ ) y dos en los que no, siendo estos los grupos de control (grupo C;  $N_C = 58$ ). La edad de estos alumnos está comprendida entre los 18-21 años.

### *Diseño*

Las preguntas clave realizadas en los seminarios de Formulación y Nomenclatura Química, en forma de cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente, se recogen en la Tabla 1. Estas cuestiones fueron lanzadas en el orden especificado en la tabla en el cuestionario inicial, y después de forma aleatoria en el cuestionario final.

**Tabla 1.** Distribución de los resultados según niveles de aprendizaje de los alumnos de una clase del grupo S de seminarios entre los modelos inicial y final correspondiente al primer cuestionario de Formulación Inorgánica I.

Alumno	Inicial	Final	Cambio
1	C	C	=
2	B	A	+
3	C	B	+
4	D	B	++
5	D	B	++
6	E	C	++
7	D	B	++
8	E	C	++
9	D	D	=
10	C	A	++
11	E	C	++
12	E	D	+
13	E	B	+++
14	B	B	=
15	B	A	+
16	E	C	++
17	D	C	+

## PROCEDIMIENTO

Todos los alumnos del grupo S disponían de Smartphone o tablet compatible con la aplicación de Socrative y se dispuso de conexión a internet en todo momento. El temario estudiado constaba de tres bloques de formulación y nomenclatura inorgánica y dos de orgánica. Mediante la aplicación móvil Socrative, el profesor sigue en tiempo real la evolución de los resultados de la clase y, una vez la sesión concluye, recibe en su propia aplicación los resultados de todos los alumnos de forma individual, así como un resumen de los resultados de todo el grupo.

La evaluación del aprendizaje de la clase se realiza en base a los resultados de los cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente. Los resultados fueron clasificados en modelos de menor (modelo E) a mayor complejidad (modelo A), agrupados en porcentajes de respuestas, y representados en forma de escaleras de aprendizaje.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Metodología e intervención docente

Los profesores de Química General en esta titulación han propuesto y realizado en el curso académico 2015/2016 una intervención docente que consiste en la implantación de una nueva metodología docente en las clases de seminarios. De esta manera se pretende contribuir a un mejor proceso de aprendizaje y mayor participación de los alumnos que conlleve desarrollar un mayor número de competencias. Entre estas competencias destacan fundamentalmente:

- Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica
- Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería.

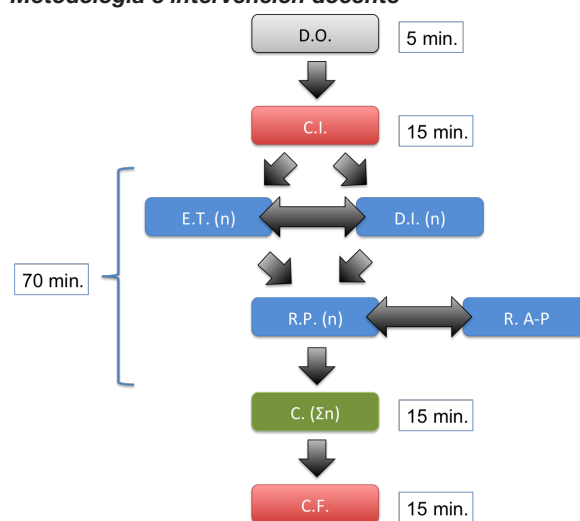
Para el desarrollo de esta intervención se han tenido en cuenta diversas técnicas basadas en los cinco principios didácticos (sociabilización, autonomía, individualización, actividad y creatividad) (Saavedra, 2010). Los principios que se han tenido en cuenta y han guiado por tanto la experiencia han sido:

**Principio de sociabilización:** Según este principio, los docentes tenemos que fomentar que los alumnos se integren en grupo. De esta manera se fomenta la realización de juegos interactivos en clase.

**Principio de autonomía:** Los alumnos deben ser responsables de su propio aprendizaje. Los cuestionarios previos y posteriores a los seminarios se llevan a cabo de forma individual.

**Principio de actividad:** Los alumnos han sido guiados y dinamizados por los profesores para la realización de cuestionarios y actividades voluntarias, y para trabajar tanto en el aula como fuera de la misma.

### Metodología e intervención docente



**Figura 1.** Modelo metodológico aplicado en el grupo de estudiantes que han utilizado la aplicación móvil (grupo S)

En la figura 1 se muestra un esquema de la nueva metodología utilizada. En primer lugar se realiza una explicación de los objetivos de la clase en la etapa del descripción de objetivos (D.O.). Posteriormente se realiza un cuestionario inicial (C.I.) para comprobar el nivel de los alumnos sobre los contenidos que justo a continuación se van a desarrollar en la clase, incluyendo ejercicios que se van a resolver en una etapa posterior. A continuación en una etapa que dura unos 30 minutos, se desarrollan los contenidos principales de la clase. Se empieza bien por una explicación teórica (E.T.) o por un dato interesante (D.I.), dependiendo del tema a tratar, pero es importante llevar a cabo ambas etapas aunque el orden se vea alterado. El objetivo del dato de interés es intentar crear algo de expectación en los alumnos con un tema tan complicado y posiblemente monótono como es la nomenclatura química. A veces en lugar de un dato interesante se ha utilizado una pregunta introductoria dirigida a la clase. Después, se van resolviendo ejemplos y pequeñas cuestiones (R.P.) con ayuda de los alumnos, dando lugar a una relación e interacción entre alumno y profesor (R. A-P). Esta etapa debe repetirse un número "n" de veces de acuerdo con los conceptos organizadores que sea necesario trabajar dentro de cada tema (por ejemplo si se estudian los compuestos binarios

inorgánicos, una vez por cada tipo de compuesto, como óxidos, hidruros etc.). Finalmente, se resumen las conclusiones más importantes de los conceptos impartidos (C. Sn) como paso previo a la realización del cuestionario final (C.F.). En el caso del grupo en el que se ha utilizado la nueva metodología (Grupo S) los cuestionarios inicial y final se llevan a cabo empleando la aplicación Socrative®. En el caso del grupo de control (Grupo C) se ha seguido la antigua metodología tradicional, de manera que no se han realizado los cuestionarios, sustituyéndose estas dos etapas por una etapa final de resolución de ejemplos por parte del profesor.

## REALIZACIÓN DE CUESTIONARIOS

Todos los cuestionarios han sido elaborados por los profesores de la asignatura. La preparación de cuestionarios en Socrative es un proceso sencillo, rápido y versátil, de manera que se pueden diseñar cuestiones tipo test, verdadero/falso o de respuesta corta (Trujillo-Cayado, 2016). Todos los cuestionarios de evaluación constaban de veinte cuestiones tipo test con cuatro posibles respuestas, no teniendo por qué existir una única respuesta correcta. De las veinte preguntas, diez eran compuestas a nombrar y diez a formular. Para cada uno de los seminarios se realizó un cuestionario que fue utilizado tanto al inicio como al final de la sesión, de manera que pese a que las preguntas eran las mismas, el orden de preguntas y respuestas era aleatorio para cada alumno (opción permitida por la aplicación). Una vez el cuestionario ha sido creado en la aplicación (versión profesor), este puede ser activado para que los alumnos lo realicen (en la versión alumno de Socrative). En este estudio, los alumnos iniciaban sesión al comienzo de la clase y permanecían conectados a lo largo de la misma. Para ello usaban sus iniciales, siendo posible así evaluar de forma individualizada y grupal a los alumnos. Una vez se ha iniciado sesión y el profesor ha activado el cuestionario, los alumnos pueden llevarlo a cabo, y los profesores pueden seguir en vivo los resultados de los mismos, tanto a nivel personal de cada alumno como por cada una de las cuestiones por separado. Esto permite que los profesores:

- Comprueben si algún alumno no está realizando el cuestionario o si ha tenido algún problema.
- Evalúen la velocidad con la que lo llevan a cabo.
- Detecten las deficiencias específicas en alguna cuestión en concreto, de manera que las explicaciones puedan focalizarse en dicha cuestión a lo largo de la clase (en el caso de que fuera en el cuestionario inicial) o corregir únicamente dichas cuestiones con peores resultados (cuestionario final).

Los cuestionarios fueron realizados en el modo “cuestionario guiado por el estudiante con resultados inmediatos” pero desactivando el feedback y las respuestas correctas para evitar que los alumnos conocieran las respuestas para el cuestionario final. En la figura 2 se muestra a modo de ejemplo el interfaz de cómo un alumno puede ver una pregunta en su dispositivo móvil, correspondiente en este caso a una cuestión tipo test con cuatro posibles respuestas. Cada vez que todos los alumnos del aula han completado el cuestionario, el profesor recibe un resumen de las respuestas, tanto del colectivo de la clase en conjunto, como de cada alumno de forma individualizada. De esta forma, el profesor puede obtener en tiempo real informa-

ción del aprendizaje y del conocimiento de los alumnos, y decidir por tanto como continuar con la explicación, al tiempo que además permite utilizarlo como sistema de evaluación.

**Figura 2.** Interfaz del alumno para la realización de cuestionarios mediante la aplicación Socrative en un dispositivo móvil.

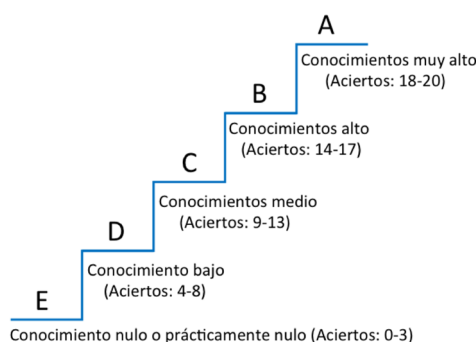
## Experiencia docente y evaluación por parte del profesor

El uso de la aplicación en el aula para la realización de cuestionarios planteaba en un inicio varias cuestiones relacionadas con el acceso de los alumnos a la aplicación, a su facilidad de manejo y a los problemas derivados del uso de la misma (problemas de conexión, problemas en la gestión del tiempo en el aula etc.). La inmensa mayoría de los alumnos disponían de un dispositivo móvil para el acceso a la aplicación de manera que tan solo en algún caso aislado se le proporcionó un medio para poder llevar a cabo el cuestionario. Es importante destacar que ningún alumno del grupo S quedó excluido del uso de Socrative, puesto que esto podría producir el efecto contrario al deseado en los alumnos, desmotivación por parte de algún sector de los mismos. No obstante, en futuras intervenciones sería conveniente comprobar que todos los alumnos disponen de dicho dispositivo con una mayor antelación y, en el caso de que se utilice como método de evaluación, obligar a los alumnos a disponer de móvil, tablet u ordenador portátil, o realizar dicha tarea en un aula de informática. Por otro lado, y pese a que es necesaria una conexión a internet continua, puesto que la gran mayoría de los alumnos y el profesor disponían de conexión wifi o en su defecto 4G/3G, no se experimentaron problemas por esta causa. En cualquier caso, la aplicación permite, en el caso de que se haya desconectado momentáneamente un usuario, continuar con la actividad una vez disponga nuevamente de conexión. Respecto al manejo de la aplicación, los profesores ya la habían utilizado con anterioridad y no encontraron apenas dificultades. En cuanto a los alumnos, ha sido muy positivo el hecho de que en todo caso se han adaptado muy rápidamente a su uso, utilizándola sin requerir prácticamente ninguna explicación por parte del profesorado. Tanto los alumnos como los profesores han podido disponer en todo momento del tutorial disponible en la página web de Socrative y de manuales de uso de la aplicación (Trujillo Cayado et al, 2016). En el



caso de los alumnos, se les hizo una pequeña introducción a la aplicación en una clase previa a la primera sesión de seminarios, lo que implicó que en ningún caso hubiera retrasos en el uso de la misma que alteraran el normal desarrollo de la clase tal y como se indicaba en la figura 1. Por norma general, las impresiones por parte del profesorado del diseño puesto en práctica son muy positivas. Únicamente se destacarían dos puntos para mejorar en sucesivos cursos donde implantar esta metodología. Por un lado, instaurar los cuestionarios como algo más que un mero ejercicio en las clases, es decir, utilizarlos como método de evaluación. Esto haría por un lado que los alumnos se tomen todavía más en serio el uso de la aplicación al saber que será del mismo modo como serán evaluados. Por otro lado facilitaría enormemente la tarea de evaluación y corrección por parte del profesorado. Además, se propone hacer más uso de otras opciones de la aplicación como son los juegos por equipos o las preguntas directas.

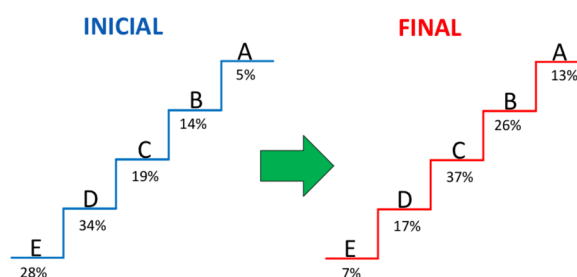
### Impacto en los alumnos



**Figura 3.** Representación de los modelos o esquemas de pensamiento y conocimiento detectados en los alumnos correspondientes a los cuestionarios realizados.

El impacto de la intervención docente se ha evaluado de diversas formas. En primer lugar, mediante la posible mejora de los resultados entre el primer cuestionario y el segundo. De esta manera, se van a comparar los resultados individuales de los alumnos entre distintos tests. Los resultados de las preguntas realizadas en los cuestionarios inicial y final se han clasificado en modelos de pensamiento de acuerdo con el nivel de conocimiento de los alumnos (Grueso et al, 2014). En la Figura 3, se muestra la clasificación en modelos correspondientes a los distintos cuestionarios realizados. Como puede verse en la figura se detectaron 5 niveles de aprendizaje diferentes (A, B, C, D y E), cuya complejidad se incrementa al aumentar la altura que ocupa el nivel en la escalera, siendo por tanto E el nivel de conocimiento más bajo y A el nivel más alto. A modo de ejemplo, en la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para un grupo reducido del grupo S (muestra de  $N_t=17$  alumnos de un total  $N_t=168$  alumnos) los resultados obtenidos en el cuestionario inicial y final del primer seminario. Así, se indican mediante símbolos los niveles de aprendizaje que han descendido del cuestionario inicial al final (-), si han permanecido en el mismo nivel (=) o cuantos han subido (+). Se observa que, en líneas generales, los alumnos muestran un escaso conocimiento al principio de la clase de la materia a impartir, con una mayoría de alumnos en los niveles D y E, de aproximadamente el 65%. Esto pone de manifiesto el bajo nivel de conocimientos previos en formulación y nomenclatura química de los alumnos de grados de ingeniería. Sin embargo, se observa

un mayor nivel de conocimiento de la materia al final de la clase que al principio, pasando el porcentaje de alumnos en los niveles E y D del 65% al 12%, y produciéndose una subida de al menos un nivel y por tanto un incremento de la calificación en el 82% de los alumnos del grupo. Cabe resaltar además que ningún alumno ha descendido ningún nivel. Así, puede considerarse que los alumnos han desarrollado un proceso de aprendizaje a lo largo de la clase que le ha permitido mejorar sus conocimientos. Es importante destacar que gracias al uso de la aplicación es posible llevar a cabo estos ensayos pre-test y post-test de manera rápida y sencilla, con resultados inmediatos que permiten evaluar el proceso de aprendizaje y modificar, en la misma sesión, los conceptos sobre los que incidir en mayor medida para mejorar el aprendizaje de los alumnos.



**Figura 4.** Agrupación según modelos de conocimiento y resultados del cuestionario inicial y final para el primer cuestionario y para todos los alumnos participantes.

En la figura 4, se muestran, a modo de ejemplo, los resultados globales de todos los alumnos del grupo S para los cuestionarios inicial y final correspondientes al primer seminario y clasificados según niveles de aprendizaje. Se observa claramente una sustancial mejora en los conocimientos adquiridos por el alumno. Mientras que en el cuestionario inicial el modelo predominante es el D, en el segundo caso es el C. Además, los modelos A, B y C (por encima de la puntuación que supondría un aprobado en el examen, pasan del 38% al 76%, y por tanto, el número de suspensos (niveles E y D) varía del 62% al 24%. Destaca además que el porcentaje de alumnos en los niveles B y A, que corresponderían a las calificaciones de notable y sobresaliente, pasan del 19% al 39%, más del doble.

Para poder cuantificar y evaluar de forma global en qué medida han mejorado los estudiantes la comprensión de la formulación y nomenclatura química entre el pre-test y el post-test, procederemos a calcular una prueba de homogeneidad marginal con el fin de comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas en cada uno de los cuestionarios del pre-test y del post-test. Para constatar la significación de los cambios en las calificaciones de dichos cuestionarios utilizaremos la prueba no paramétrica de McNemar a los resultados mostrados en la figura 4. Se utilizarán únicamente dos categorías, siendo por tanto dicotómicas, siendo estas categorías la del aprobado (niveles de conocimiento C, B y A) o suspenso (niveles de conocimiento E y D). Dicha prueba se utiliza para decidir si puede, o no, aceptarse que una determinada intervención produzca un cambio en la respuesta dicotómica (en este caso, aprobado o suspenso) de los elementos sometidos a este y es aplicable a los diseños del tipo “antes y después”. Si denominamos b y c al número de elementos que han cambiado de respuesta, b+c son los únicos elementos que intervienen en el contraste. Entonces, el estadísti-

co que permite contrastar si existen diferencias significativas entre las frecuencias esperadas y observadas es el chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) de valor:

$$\chi^2 = \frac{(b-c)^2}{b+c} \quad (1)$$

La hipótesis nula de que ambos tipos de cambio (de aprobado a suspenso o de suspenso a aprobado) sean igualmente probables se rechaza si el valor del estadístico se encuentra en la región crítica. En nuestro caso, según se puede deducir de la tabla 2, podemos rechazar dicha hipótesis nula en todas las cuestiones, de manera que si se produce un aumento del nivel de conocimientos de los alumnos durante el transcurso de una clase, tal y como demuestran sus mejores calificaciones.

**Tabla 2.** Aplicación del test de McNemar para contrastar los resultados entre el cuestionario inicial y el final para todos los seminarios.

Cuestionario	$\chi^2$	p
1	74.2	< 0.0001
2	69.1	< 0.0001
3	53.0	< 0.0001
4	103.0	< 0.0001
5	43.2	< 0.0001

En cuanto a la evaluación de la metodología se pretende medir si las diferencias de las calificaciones obtenidas por los alumnos del grupo S y del grupo C son debidas al azar o dependen del método de enseñanza. Para ello se van a utilizar las calificaciones obtenidas en la cuestión de formulación y nomenclatura del examen final de la asignatura. Así, se va a utilizar el parámetro estadístico chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Se parte de la hipótesis nula de que las calificaciones de los grupos estudiados y que son comparados no dependen de la metodología utilizada y únicamente son fruto del azar, de manera que el uso de la aplicación móvil no mejora su aprendizaje y nivel de conocimientos. Las posibles conclusiones a extraer del estudio dependen del valor de p. Así, si el valor de p que obtuviésemos para esta chi-cuadrado fuese  $p < 0.05$ , los resultados serían contrarios a la hipótesis, y por tanto si dependerían de la metodología. Es decir, la intervención docente haciendo uso de Socrative provocaría diferencias significativas en las calificaciones de los alumnos. Tal y como se observa en la tabla 3, el porcentaje de aprobados en dicha cuestión fue del 64.3% para los alumnos del grupo S y del 47.7% para los alumnos del grupo C. Teniendo en cuenta estos resultados y los valores obtenidos para chi-cuadrado y p, se puede concluir que existen diferencias significativas en las calificaciones obtenidas en las cuestiones de formulación y nomenclatura entre alumnos que han seguido o no la nueva metodología. Además, cabe destacar que la del estacar que siio mejorar el grupo S y del 49.7% para los alumnos del grupo C. ara chi-cuadrado y p, se puede siio mejorar la puntuación media en la pregunta de formulación y nomenclatura, puntuada con hasta un máximo de dos puntos, fue de 1.16 puntos para el grupo S y 0.87 para el grupo C. Sin embargo, si se tienen en cuenta los resultados de los alumnos en el global de la asignatura, pese a que el nivel de aprobados es superior en el caso del grupo S, no existen diferencias significativas según el test estadístico realizado. Finalmente, si existen diferencias nuevamente en el grado de asistencia a clase de seminarios (véase Ta-

bla 3), siendo notablemente superior en el caso del Grupo S, lo que denota un mayor interés y un aumento de la motivación del alumnado por estas clases de formulación y nomenclatura gracias al uso de la aplicación.

**Tabla 3.** Comparación de los porcentajes de respuestas correctas de los ítems del cuestionario post-test de los estudiantes del grupo que ha utilizado Socrative (grupo S) y los estudiantes del grupo de control (grupo C).

Ítem	Grupo S	Grupo C	$\chi^2$	p
Porcentaje de aprobados en formulación y nomenclatura	64.3%	47.7%	6.00	0.0143
Porcentaje de aprobados en la asignatura en primera convocatoria	57.1%	53.4%	0.04	0.8414
Porcentaje de asistencia a clases de seminarios	85.6%	69.0%	11.45	0.0007

Finalmente, para medir el grado de satisfacción de los estudiantes, y su desempeño en el curso, se realizó una encuesta de satisfacción mediante la propia aplicación Socrative. Las cuestiones realizadas en la encuesta de satisfacción fueron:

- Ítem 1.- ¿Consideras que la aplicación Socrative es fácil y cómoda de utilizar?
- Ítem 2.- ¿Ha aumentado Socrative la motivación y tu participación en las clases en las que se ha utilizado?
- Ítem 3.- ¿Consideras que el uso de Socrative ha favorecido tu proceso de aprendizaje de la formulación y nomenclatura química?
- Ítem 4.- ¿Propondrías utilizar Socrative como método de evaluación?

Los encuestados podían elegir entre cuatro posibles puntuaciones desde 1 (muy en desacuerdo) hasta 4 (muy de acuerdo). La fiabilidad del test se ha determinado mediante el parámetro alfa de Cronbach (Cronbach, 1951). Así, en el caso que nos ocupa el valor de dicho parámetro fue de 0.81. Por tanto, puede considerarse que el test posee una fiabilidad adecuada ( $0.8 < \alpha < 0.9$ ), según las recomendaciones de George y Mallery (2003). En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos para una población de 124 alumnos del grupo S ( $N_1 = 124$  alumnos de un total de  $N_1 = 168$  alumnos). Teniendo en cuenta estos resultados, los estudiantes consideran que la aplicación es fácil de manejar, hecho que los profesores ya habían podido comprobar en el transcurso de las clases. De hecho, los alumnos en su mayoría proponen que se utilice la aplicación como método de evaluación.

**Tabla 4.** Resultados de la encuesta de satisfacción realizada a los alumnos del grupo S que utilizaron la aplicación Socrative.

Ítem	Puntuación				Media
	1	2	3	4	
1	0	0	39	85	3.69
2	2	5	59	58	3.40
3	8	16	83	17	2.88
4	0	3	32	89	3.69

Por lo general, los alumnos entienden que su nivel de motivación y participación ha aumentado mediante el uso de la aplicación, así como ha mejorado su proceso de aprendizaje, aunque esto último en menor proporción. Estas apreciaciones, junto con la mejora significativa en los resultados de los alumnos, avala el uso de este nuevo tipo

de metodología docente en los seminarios de formulación y nomenclatura química.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ha propuesto una iniciativa que incluye el uso de una aplicación móvil para la realización de cuestionarios. Se ha demostrado que la utilización de dispositivos móviles y aplicaciones como Socrative facilita a los alumnos la participación en las clases presenciales y que, por tanto, su contribución en las mismas también aumenta. Además, esto ha conllevado un aumento en su calificación en las cuestiones de formulación y nomenclatura, aunque no ha supuesto un aumento significativo de la calificación final de la asignatura. Las impresiones por parte de los profesores y la encuesta de satisfacción realizada a los alumnos avalan también que el uso de la aplicación mejora aspectos motivacionales y de aprendizaje de los alumnos. El uso de los cuestionarios iniciales y finales han permitido demostrar, mediante la sustancial mejora de los resultados de los test posteriores a la impartición de las clases, que en el proceso de las mismas se produce un aumento considerable en el nivel de conocimientos. La implementación de la realización de cuestionarios mediante aplicaciones móviles ha demostrado ser por tanto un prometedor sistema de evaluación y un método adecuado para realizar actividades en los seminarios que resulten atractivas para los alumnos a la vez que mejoran su aprendizaje.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la financiación recibida por el Vicerrectorado de Estudiantes de la Universidad de Sevilla y el II Plan Propio de Docencia (Ayudas de Innovación y Mejora Docente, Convocatoria 2015). Así, este artículo forma parte de las publicaciones correspondientes al Proyecto de Innovación Docente "Uso de aplicaciones móviles para fomentar y evaluar el aprendizaje en los laboratorios de química para ingenieros".

## REFERENCIAS

1. BERTÉ, B.; WEST, M.; Y DUNCAN, C. para Mastery Connect, [consultado 15 de Julio de 2016]. Disponible en: <http://socrative.com/index.php>
2. CARDELLINI, L. (2010) From chemical analysis to analyzing chemical education: An interview with Joseph J. Lagowski. *Journal of Chemical Education*, 87(12), 1308-1316.
3. CARRILLO, A.G.; VILLAR, S.G., NICULCAR, C.E., BAHIMA, J.C., FERNANDEZ-ROS, J.; Y ALVAREZ-LARENA, A. (2007) Teaching-learning methodology in engineering projects design, *Afinidad*, 64, pp. 456-463.
4. CHOU, C. (2003) Interactivity and interactive functions in web-based learning systems: a technical framework for designers. *British Journal of Educational Technology*, 34(3), 265-279.
5. CRONBACH, L.J. (1951) Coefficient alpha and the internal structure of tests, *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
6. EVANS, M. J.; Y MOORE, J.S. (2011) A collaborative, wiki-based organic chemistry project incorporating free chemistry software on the Web. *Journal of Chemical Education*, 88(6), 764-768.
7. FERRARI, C. (1994) ¿Qué es el juego? Alrededor del fútbol. *Revista Universidad de Antioquia* LXIII, 236, 47-49.
8. FLYNN, A.B.; CARON, J.; LAROCHE, J.; DAVIAU-DUGUAY, M.; MARCOUX, C.; Y RICHARD, G. (2014). Nomenclature101. com: A Free, Student-Driven Organic Chemistry Nomenclature Learning Tool. *Journal of Chemical Education*, 91(11), 1855-1859.
9. FRÍAS, M.V.; ARCE, C.; Y FLORES-MORALES, P. (2016) Uso de la plataforma socrative. com para alumnos de Química General. *Educación química*, 27(1), 59-66.
10. GEORGE, D.; y MALLERY, P. (2003) SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
11. GRUESO, E.; PÉREZ TEJEDA, M.P.; Y PRADO-GOTOR, R. (2014) Aprendizaje significativo del alumnado de física aplicada del grado en farmacia: evaluación basada en el empleo de cuestionarios. *Ars Pharmaceutica*, 55(4), 8-13.
12. HUIZINGA, J. (1987) *Homo Ludens*. México: Fondo de Cultura Económica.
13. MOLINS, J.J.; CABRE, R.; TOMAS, X.; CUADROS, J. y BALFAGON, A. (2007) Virtual laboratory for the study of collisions. *A nidad*, 64, pp. 442-449.
14. MOREIRA, R.F. (2013) A Game for the early and rapid assimilation of organic nomenclature. *Journal of Chemical Education*, 90(8), 1035-1037.
15. PIENTA, N.J. (2013) Online courses in chemistry: Salvation or downfall? *Journal of Chemical Education*, 90(3), 271-272.
16. CALVO-PASCUAL, M.A. (2014) Using Product Content Labels To Engage Students in Learning Chemical Nomenclature. *Journal of Chemical Education*, 91(5), 757-759.
17. PIENTA, N.J. (2015) Innocents abroad, Part II: A glimpse at chemical education in India. *Journal of Chemical Education*, 92(3), 399-400.
18. SAAVEDRA, M. T. (2010) Los Principios de la educación en José Luis Castillejo Brull desde el enfoque por competencias. *Akadèmeia*, 1, 23.
19. TRUJILLO-CAYADO, L.A., Y CARRILLO, F. (2015). Diseño de una intervención docente para la enseñanza-aprendizaje de operaciones básicas de ingeniería química mediante el uso de la simulación por ordenador. *Afinidad*, 72(570), 101-107.
20. TRUJILLO-CAYADO, L.A.; SANTOS, J.; Y MARTÍN, E.I. (2016) Uso de aplicaciones móviles para fomentar y mejorar el aprendizaje. Sevilla: Editorial Punto Rojo.
21. WILKINS, C. L. (1975) Plenary lecture: The computer in laboratory instruction. *Journal of Chemical Education*, 52(1), 38.
22. WIEGERS, K. E. Y SMITH, S. (1980) The use of computer-bases chemistry lessons in the organic laboratory course. *Journal of Chemical Education*, 57(6), 454-456.